



テスト済み回路設計集“Circuits from the Lab™”は共通の設計課題を対象とし、迅速で容易なシステム統合のために製作されました。さらに詳しい情報又は支援は <http://www.analog.com/jp/CN0105> をご覧ください。

使用したリファレンス・デバイス

AD7626	16 ビット 10 MSPS の PulSAR 差動 ADC
ADA4932-1	低消費電力差動 ADC ドライバ
AD8031	2.7 V、800 μA、80 MHz のレール to レール入出力アンプ

## 16 ビット、10MSPS ADC AD7626 用シングルエンド/差動高速駆動回路

### 回路の機能とその利点

図 1 に示す回路は、高周波のシングルエンド入力信号を、16 ビット、10MSPS PulSAR® ADC AD7626 の駆動に使われる平衡差動信号に変換する方法を示しています。この回路は、低消費電力差動アンプ ADA4932-1 を使って ADC を駆動することで、高周波数の入力トーンに対する AD7626 の性能を最大限に維持します。デバイスをこのように組み合わせることの本当の利点は、低い消費電力で高い性能が得られることです。

AD7626 は、10MSPS での SNR が 91.5dB、16 ビット INL 性能、パイプライン・ディレイなし、LVDS インターフェースという画期的な動的性能とともに、消費電力がわずか 136mW という特長を備えています。AD7626 で採用されている SAR ア

ーキテクチャの主な特長は、優れた直線性性能を持つパイプライン型 ADC に通常生じる待ち時間つまり「パイプライン・ディレイ」なしに 10MSPS でサンプリングできる能力です。

ADA4932-1 は、低歪み (10MHz での SFDR が 100dB)、高速セトリング・タイム (0.1% まで 9ns)、広帯域幅 (-3dB 帯域幅: 560MHz、G = 1)、低消費電力 (9.6mA) のデバイスです。これらの特性は AD7626 の駆動に最適です。また、必要な出力同相電圧を容易に設けられる機能も備えています。

この組合せにより、業界最先端の動的性能と、5mm × 5mm 32 ピン LFCSP パッケージの AD7626、3mm × 3mm 16 ピン LFCSP パッケージの ADA4932-1、5 ピン SOT-23 パッケージの AD8031 を使った小さな基板面積を実現します。

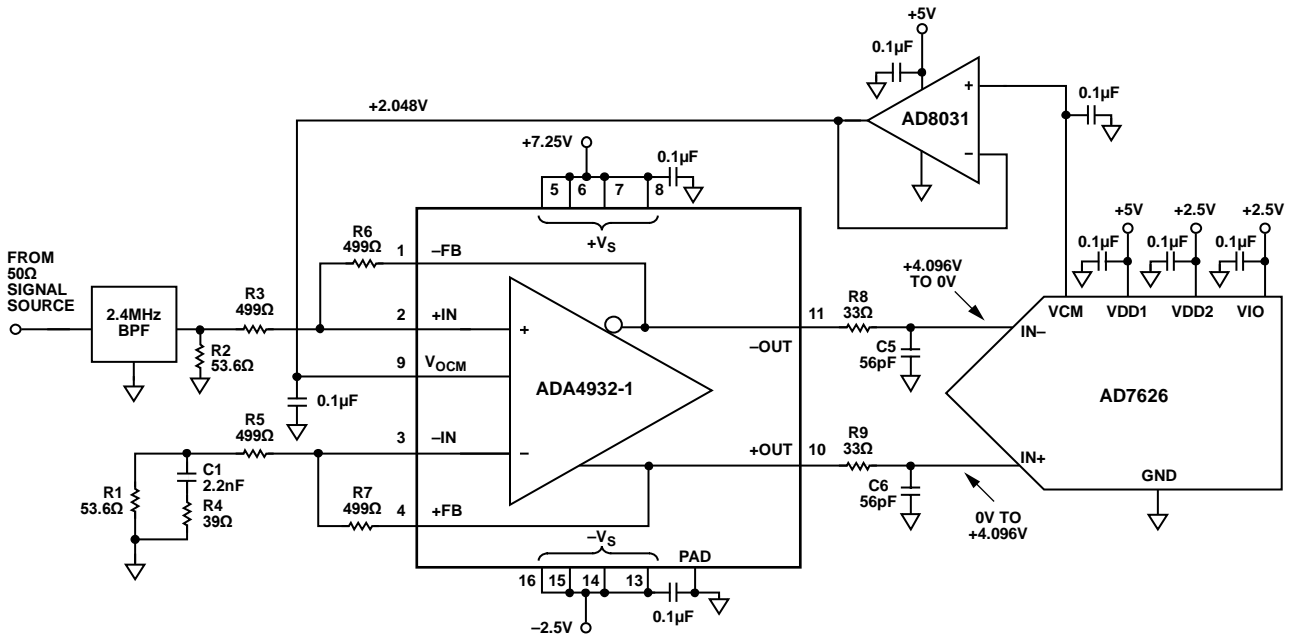


図 1. AD7626 を駆動する ADA4932-1 (全接続の一部およびデカップリングは省略されています)

アナログ・デバイス社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイス社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。※日本語資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

## 回路説明

差動アンプを使って ADC を適正に駆動することは、差動アンプの両側を正しくバランスさせることにつながります。

図 1 は、ADA4932-1、AD7626、および関連する回路の回路図を示しています。使用したテスト回路では、信号源の後に 2.4MHz のバンドパス・フィルタが接続されています。このバンドパス・フィルタは 2.4MHz 信号の高調波を除去し、対象となる周波数のみを通過させて ADA4932-1 と AD7626 で処理できるようにします。

この場合の信号源は特性インピーダンスが 50Ω で、バンドパス・フィルタを介して ADA4932-1 に AC 結合されています。信号源を ADA4932-1 の非反転入力に加えるには、信号源を 50Ω で適切に終端することも必要です（つまり、信号源インピーダンスが 50Ω）。終端抵抗 R2 は、R2 と ADA4932-1 の入力インピーダンスの並列接続の値が 50Ω に等しくなるように選択されています。ADA4932-1 の入力インピーダンス（抵抗 R3 から見た値）は次式で計算することができます。

$$R_{IN} = \frac{R_G}{1 - \frac{R_F}{2 \times (R_G + R_F)}}$$

ここで、 $R_G = R_3 = R_5 = 499 \Omega$ 、および  $R_F = R_6 = R_7 = 499 \Omega$  です。これらの値に対するこの回路の入力インピーダンスは約 665Ω です。ADA4932-1 の 665Ω の入力インピーダンスと 53.6Ω の抵抗 (R2) の並列接続の値は 50Ω（つまり、入力信号源インピーダンス）に等しくなります。

ADA4932-1 の 2 つの入力の間で平衡と対称を適切に維持するため、入力信号源インピーダンスと等価なテブナン・インピーダンスと終端を反転入力に追加する必要があります。この場合、フィルタの AC 特性がこの影響を受けます。

図 1 の ADA4932-1 の反転入力にテブナンの等価回路が示されています。この回路は 2.4MHz で最適な性能になります。C1 と R4 の直列接続に抵抗 R1 が並列接続されています。2.4MHz では、C1 と R4 の直列接続の合成抵抗は 55.6Ω に等しい値です。R1 と並列接続された 55.6Ω のインピーダンスは、非反転入力にテブナン等価回路の入力インピーダンスの数オーム以内の小さな差異です。2 つの入力を一致させることにより、出力を対称にし、平衡させ、低歪みになるように最適化することができます。

シングルエンド入力の終端方法の詳細については ADA4932-1 のデータシート、またはアプリケーションノート AN-1026

「高速差動 ADC ドライバの設計についての考察」を参照してください。また、ADI DiffAmpCalcuator™設計ツールによりこの作業が大幅に簡略化され、その他の差動アンプの設計関連問題に対する深い理解が得られます。

ADA4932-1 差動ドライバは、シングルエンド入力から差動出力までのゲインが約 1 に設定されています。

50Ω の信号源抵抗と ADA4932-1 の入力の終端抵抗が一致することから、チャンネル全体の実質のゲインはテブナン等価信号源電圧を基準にして約 0.5 になります。

ADA4932-1 出力の同相電圧は、ユニティ・ゲイン・バッファとして構成された AD8031 を使って AD7626 からの VCM 出力電圧（公称+2.048V）をバッファすることによって設定します。AD8031 は、ADA4932-1 の V<sub>OCM</sub> ピンに低インピーダンスの DC 信号源を供給するとともに、図 1 に示されているように大きなバイパス・コンデンサを駆動することもできます。

ADA4932-1 は、スイッチド・キャパシタ入力を備えた 10MSPS ADC AD7626 の入力を高い周波数まで駆動するときには特に有用です。ADA4932-1 と AD7626 の IN+ピンおよび IN-ピンの間の抵抗 (R8、R9) とコンデンサ (C5、C6) の回路は、ノイズに対するローパス・フィルタとして機能します。このフィルタは AD7626 への入力帯域幅を制限しますが、その主な機能は駆動アンプと AD7626 のインターフェースを最適化することです。直列抵抗は、ADC のスイッチド・キャパシタのフロントエンドから生じる高周波スイッチング・スパイクからドライバ・アンプを絶縁します。AD7626 のデータシートに 20Ω と 56pF の値が示されています。図 1 の回路では、これらの値は 33Ω と 56pF に実験的に最適化されています。抵抗とコンデンサの回路は、R と C の組み合わせを変えることで回路と変換される入力周波数に対して多少最適化することができますが、不適切な組み合わせにすると AD7626 の THD と直線性性能が制限されることに注意してください。また、ADC から見た帯域幅を拡大するとノイズがより大きくなります。

最適化の別の側面は ADA4932-1 の電源電圧の選択です。この回路では、AD7626 の 4.096V の内部リファレンス電圧に対する出力同相電圧 (VCM ピン) は 2.048V で、各入力 (IN+、IN-) は 180° の位相差で 0V と +4.096V の間を振幅します。これにより、ADC への 8.2Vp-p フルスケール差動入力 that 得られます。リニアな動作を維持するためには、ADA4932-1 の出力段は各電源電圧に対して約 1.4V のヘッドルームを必要とします。電源電圧が同相電圧に対してほぼ対称のときに最適な歪み性能が得られます。-2.5V の負電源を選択した場合、2.048V の同相電圧に対して対称にするためには、+6.5V 以上の正電源が必要になります。

行った実験では、+7.25Vの正電源が2.4MHzのトーンに対して全体的に最適な歪み性能を与えることを示しています。

低ジッタのクロック源と、振幅が-1dBFSで2.402MHzのシングルトーンをAD7626に入力したFFTの測定結果は、図2に示すようにSNRが88.49dB、THDが-86.17dBcです。このプロットから分かるように、基本波の高調波が通過帯域に折り返されています。例えば、10MSPSでサンプリングする場合、3次高調波(7.206MHz)が10.000MHz-7.206MHz=2.794MHzの通過帯域に折り返されます。振幅が-6dBFSのトーンに対するもう1つのFFTプロットを図3に示します。

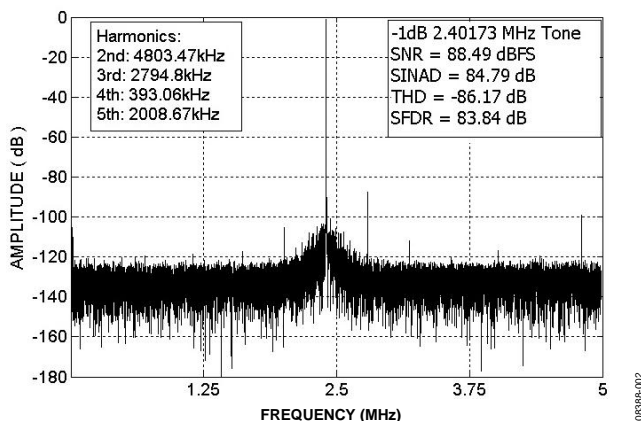


図2. AD7626 出力の 64,000 ポイントの FFT プロット  
(振幅: -1dBFS、入力トーン: 2.40173MHz、  
サンプリング・レート: 10.000MSPS)

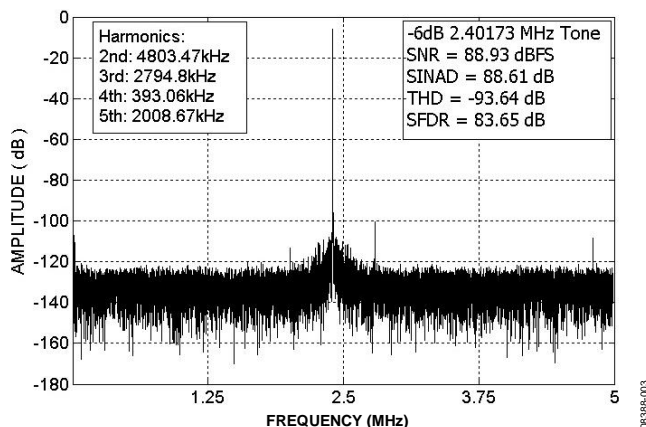


図3. AD7626 出力の 64,000 ポイントの FFT プロット  
(振幅: -6dBFS、入力トーン: 2.40173MHz、  
サンプリング・レート: 10.000MSPS)

SNRとTHDを計算する場合、回路で使われるバンドパス・フィルタの通過帯域を通る非高調波ノイズをナイキスト帯域幅の平均ノイズに置き換えます。

このような高速回路の性能は適切なPCBレイアウトに大きく依存します。これには電源バイパス、管理されたインピーダンス・ライン(必要な場合)、部品配置、信号配線、電源プレーン、グラウンド・プレーンなどが含まれますが、これらに限定されるわけではありません。PCBレイアウトの詳細についてはチュートリアルMT-031、チュートリアルMT-101、および技術記事「高速プリント回路基板レイアウトの実務ガイド」を参照してください。)

### AD7626—標準的な接続とリファレンス設定

AD7626の標準的な接続図を図4に示します。AD7626は内部リファレンスを備えているだけでなく、システム条件に応じた2つの外部リファレンスに対応しています。リファレンス電圧は、ADR280のリファレンス出力(1.2V)をREFINピンに供給し、内蔵リファレンス・バッファで4.096Vの適正なADCリファレンス値に増幅して生成することができます。ADR280の例ではAD7626に使われているものと同じ5Vアナログ電源レールからの給電が可能で、内蔵リファレンス・バッファを利用することもできます。代わりに、4.096V外部リファレンス(ADR434またはADR444)をADCのバッファを経由しないREF入力に供給することもできます。これは、一般にシステムのリファレンスが個別にバッファされ(AD8031を使用)全てのADCチャンネルで共有されるマルチ・チャンネルのアプリケーションでは標準的な手法です。ADR434およびADR444の構成は、小さいリファレンス電圧温度係数(ADR434BおよびADR444Bで最大3ppm/°C)を必要とするシングル・チャンネルのアプリケーションにも適しています。ADA4932-1アンプの給電に使われる正電源レールは、ADR434またはADR444のVIN電源ピンに給電することができます。

### バリエーション回路

この回路は、図に示された部品の値を使うことで、優れた安定性と高精度を提供します。この回路はDC結合ですが、その他AC結合の一般的なアプリケーションも可能です。この回路のバリエーション回路には、単電源電圧、差動で駆動する入力、信号の減衰を要する入力を組み込まれています。他のADCドライバ/差動アンプを使って、アプリケーションの性能(消費電力、ノイズ、帯域幅、アーキテクチャなど)を調整することができます。

入力周波数が1MHz以下の場合、AD7626のデータシートに示すように、推奨する駆動アンプはADA4899-1です。AD7626のデータシートに記載された「代表的な性能特性」のセクションの高周波数のプロットに示されているように、最大10MHzの高速信号でAD7626を駆動する効果的な方法はADA4938-1を使用することです。

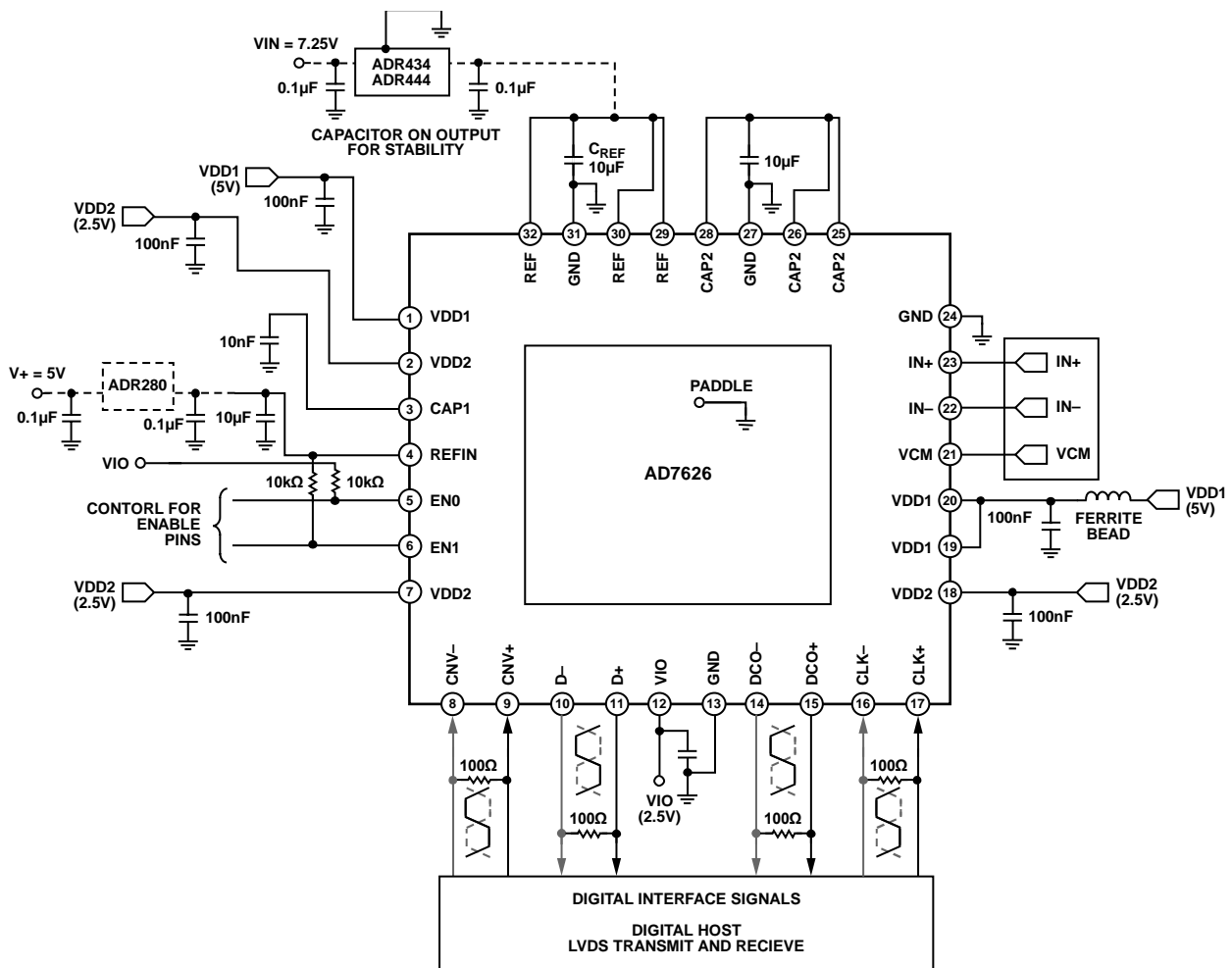


図 4. デカップリングと LVDS のインターフェース接続を示す AD7626 の代表的な接続図

## さらに詳しい資料

- AN-1026 Application Note : [High Speed Differential ADC Driver Design Considerations](#), Analog Devices.
- Analog Dialogue 39-09 : [高速プリント回路基板 レイアウトの実務ガイド](#)
- AN-742 Application Note : [スイッチド・キャパシタ ADC の周波数領域応答](#)
- AN-827 Application Note : [共振方式によるアンプとスイッチド・キャパシタ ADC のインターフェース](#)
- Kester, Walt. 2006. [High Speed System Applications](#). Analog Devices. Chapter 2, "Optimizing Data Converter Interfaces."
- MT-073 Tutorial : [High Speed Variable Gain Amplifiers](#). Analog Devices.

- MT-074 Tutorial : [高精度 A/D コンバータ用の差動ドライバ](#)
- MT-075 Tutorial : [高速 ADC 向け差動ドライバの基礎と応用](#)
- MT-076 Tutorial : [Differential Driver Analysis](#), Analog Devices.
- MT-031 Tutorial : [Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND."](#) Analog Devices.
- MT-101 Tutorial : [Decoupling Techniques](#). Analog Devices.
- [ADI DiffAmpCalculator™ Design Tool](#)

## データシートと評価ボード

- [AD7626 データシート](#)
- [AD7626 評価ボード](#)
- [ADA4932-1 データシート](#)
- [AD8031 データシート](#)

**改訂履歴**

7/10—Revision 0: 初版

「Circuits from the Lab/実用回路集」はアナログ・デバイセズ社製品専用に作られており、アナログ・デバイセズ社またはそのライセンスの供与者の知的所有物です。お客さまは製品設計で「Circuits from the Lab/実用回路集」を使用することはできますが、その回路例を利用もしくは適用したことにより、特許権またはその他の知的所有権のもとでの暗示的許可、またはその他の方法でのライセンスを許諾するものではありません。アナログ・デバイセズ社の提供する情報は正確でかつ信頼できるものであることを期しています。しかし、「Circuits from the Lab/実用回路集」は現状のまま、かつ商品性、非侵害性、特定目的との適合性の暗示的保証を含むがこれに限定されないいかなる種類の明示的、暗示的、法的な保証なしで供給されるものであり、アナログ・デバイセズ社はその利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許権もしくはその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。アナログ・デバイセズ社はいつでも予告なく「Circuits from the Lab/実用回路集」を変更する権利を留保しますが、それを行う義務はありません。商標および登録商標は各社の所有に属します。

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は各社の所有に属します。